Commission géologique
du Canada

Recherches en cours
2001-E8

Dispersion glaciosédimentaire sur le piémont laurentien dans la région de Québec (Québec) : des fragments de roches carbonatées sur le Bouclier canadien

Andrée M. Bolduc et Martin Liard

2001

Ressources naturelles Canada
Natural Resources Canada

Canada

©Sa Majesté la Reine du chef du Canada, 2001
N° de catalogue M44-2001/E8F
ISBN 0-660-96567-4

En vente à partir du site Web de la Librairie de la
Commission géologique du Canada, à l'adresse
http://www.rncan.gc.ca/cgc/bookstore (sans frais : 1-888-252-4301)

Les bibliothèques de dépôt d'un bout à l'autre du pays ont accès à la présente
publication par l'intermédiaire du site Web du Programme des services de dépôt
(http://dsp-psd.tpsgc.gc.ca).

Prix sujet à changement sans préavis

Les demandes de permission pour reproduire cet article, en tout ou en partie, à des fins d'utilisation commerciale, de revente ou de redistribution doivent être adressées à la Division de l'information du Secteur des sciences de la Terre, pièce 200, 601, rue Booth, Ottawa (Ontario) K1A 0E8.

Addresses des auteurs

A.M. Bolduc *(abolduc@nrcan.gc.ca)*
CGC Québec, Québec
880, chemin Sainte-Foy, C.P. 7500,
Sainte-Foy (Québec) G1V 4C7

M. Liard *(gitebec@hotmail.com)*
INRS–Géoressources,
Centre géoscientifique de Québec,
880, chemin Sainte-Foy, C.P. 7500,
Sainte-Foy (Québec) G1V 4C7

102-00514/

Dispersion glaciosédimentaire sur le piémont laurentien dans la région de Québec (Québec) : des fragments de roches carbonatées sur le Bouclier canadien

Andrée M. Bolduc et Martin Liard[1]
CGC Québec, Québec

Bolduc, A.M. et Liard, M., 2001 : Dispersion glaciosédimentaire sur le piémont laurentien dans la région de Québec (Québec) : des fragments de roches carbonatées sur le Bouclier canadien; Commission géologique du Canada, Recherches en cours 2001-E8, 7 p.

Résumé : Les trois derniers écoulements glaciaires qui ont affecté la région de Québec au Wisconsinien supérieur sont les suivants : un écoulement principal vers le sud-est associé au maximum glaciaire, un écoulement vers le nord-est associé à un courant glaciaire dans l'axe du fleuve Saint-Laurent et un écoulement tardiglaciaire vers le nord. Des travaux ont été entrepris afin de détecter les traces de l'influence des mouvements vers le nord et le nord-est sur la dispersion glaciosédimentaire. La configuration en marches d'escalier de la marge du Bouclier canadien, à sa limite avec la Plate-forme du Saint-Laurent, permet de différencier les composantes nord-est et nord du transport glaciaire par rapport à la composante principale vers le sud-est. Les résultats montrent clairement qu'il y a dispersion de cailloux carbonatés en provenance de la Plate-forme du Saint-Laurent sur le Bouclier canadien. Cette dispersion est associée au courant glaciaire du Saint-Laurent (vers le nord-est). Le mouvement vers le nord ne semble pas avoir remobilisé de façon significative la charge sédimentaire du glacier.

Abstract: The last three ice-flow movements which affected the Québec area during Late Wisconsinan are: a regional ice flow to the southeast associated with the glacial maximum, a second flow to the northeast related to an ice stream in the axis of the St. Lawrence River, and a late glacial ice flow to the north. This project was undertaken to assess whether glacial dispersal could be associated with the northward and northeastward ice flows. The stair-step margin between the Canadian Shield and the St. Lawrence Platform permits the distinction of the northeastern and northern components of glacial transport from the main component toward the southeast. Results show clearly that carbonate clasts from the St. Lawrence Platform were transported onto the Canadian Shield. This dispersal is associated with the St. Lawrence ice stream (toward the northeast). The northward movement does not appear to have significantly remobilized the sedimentary load of the glacier.

INTRODUCTION

Les progrès récents sur la compréhension de la dynamique tardiglaciaire dans la région de Québec montrent la complexité des mouvements associés au retrait de l'Inlandsis laurentidien (Paradis et Bolduc, 1999a; Parent et Occhietti, 1999). Deux mouvements tardifs, dont l'existence est révélée principalement par les stries, ont suivi l'écoulement régional vers le sud-est associé au maximum glaciaire. Les stries indiquent un écoulement vers le nord-est associé au courant glaciaire du Saint-Laurent (Parent et Occhietti, 1999), de même qu'un écoulement vers le nord dans la région du mont Saint-Anne (Lanoie, 1996; Occhietti et al., 1996, 1997; Fournier, 1999) et au nord de la ville de Québec (Paradis et Bolduc, 1999a, 1999b; Bolduc et Paradis, 1999; Bolduc et al., 2000). L'écoulement vers le nord sur le piémont laurentien s'ajoute à ceux déjà décrits dans les hautes terres et le piémont appalachiens (Chalmers, 1898; Clark, 1937; Cooke, 1937; Lamarche, 1971, 1974; Gadd et al., 1972; Gauthier, 1975; Lortie, 1976; Lebuis et David, 1977; LaSalle et al., 1977; LaSalle, 1985; Chauvin et al., 1985; Blais, 1987).

Les travaux présentés ici ont été entrepris afin de déterminer si la dispersion glaciosédimentaire sur le piémont laurentien pouvait être associée soit au courant glaciaire du Saint-Laurent vers le nord-est, soit à un écoulement vers le nord. À l'ouest et au nord de Québec (fig. 1), la configuration de la marge du Bouclier canadien, à sa limite avec la Plate-forme du Saint-Laurent, offre une occasion exceptionnelle de détecter un transport glaciaire autre que celui attribuable au mouvement principal de l'Inlandsis laurentidien vers le sud-est. Cette possibilité repose sur l'hypothèse selon laquelle les mouvements glaciaires attribuables à l'englaciation et au maximum glaciaire, soit ceux vers le sud-ouest et vers le sud-est respectivement, ont transporté des débris provenant du Bouclier canadien vers la Plate-forme du Saint-Laurent, tel que le montre le patron de dispersion théorique basé sur les données de stries (fig. 2a). Ces mouvements ne pourraient pas expliquer la présence de fragments provenant de la Plate-forme du Saint-Laurent dans un till situé sur le Bouclier canadien.

Des écoulements associés au courant glaciaire vers le nord-est devraient avoir entraîné des débris dans cette même direction. Des traînées de dispersion de fragments paléozoïques devraient être identifiables sur le Bouclier canadien (fig. 2b). Finalement, la présence de débris rocheux de la Plate-forme du Saint-Laurent au nord de la marge du Bouclier canadien et le patron proposé à la figure 2c permettraient d'identifier un mouvement vers le nord.

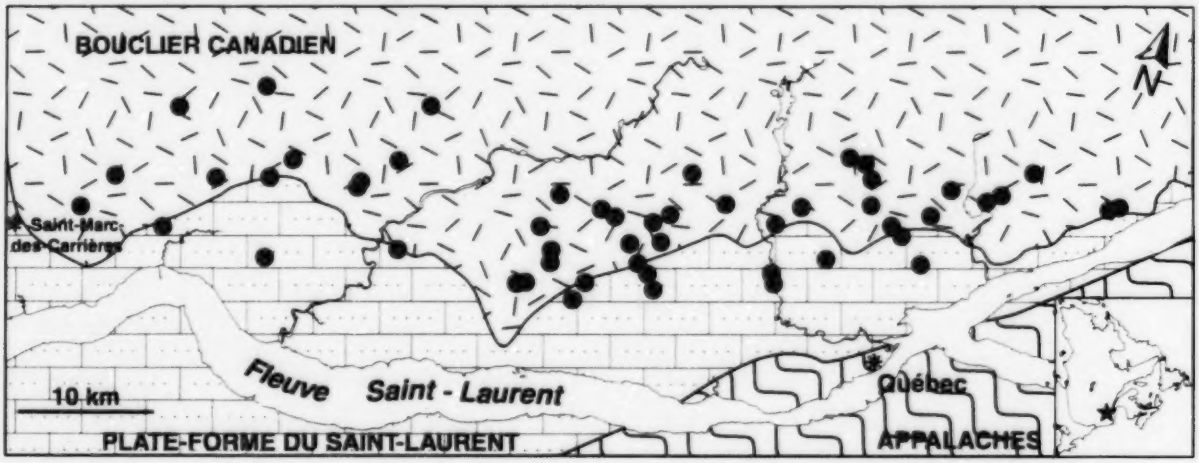
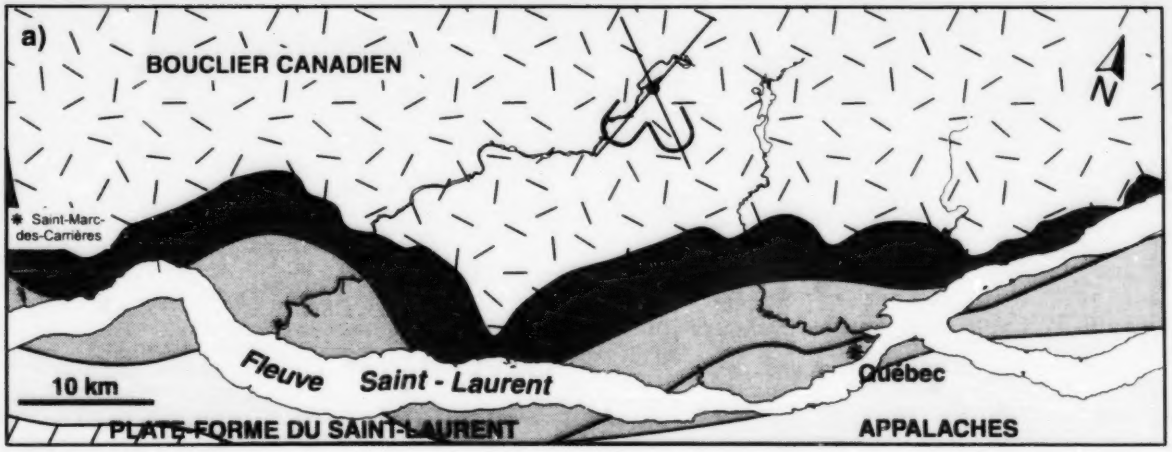
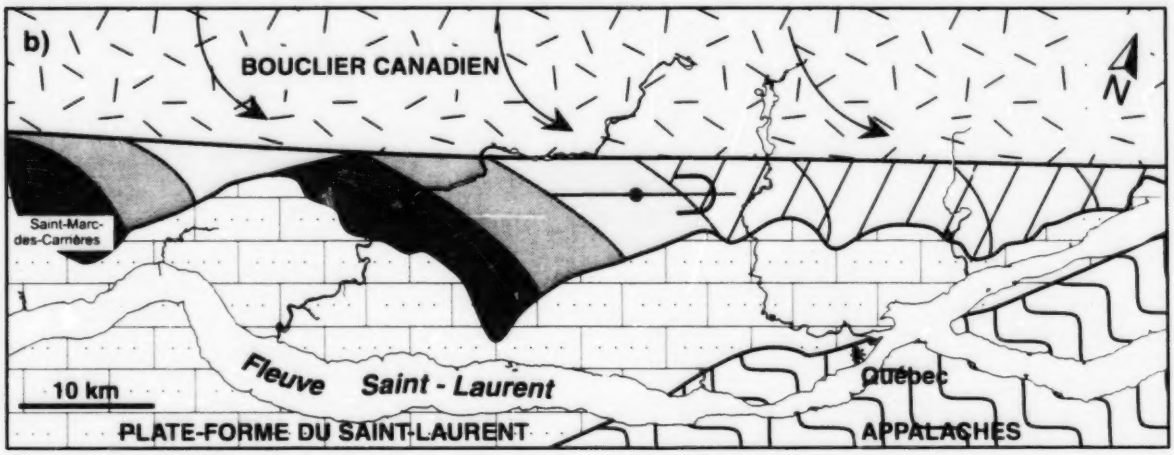
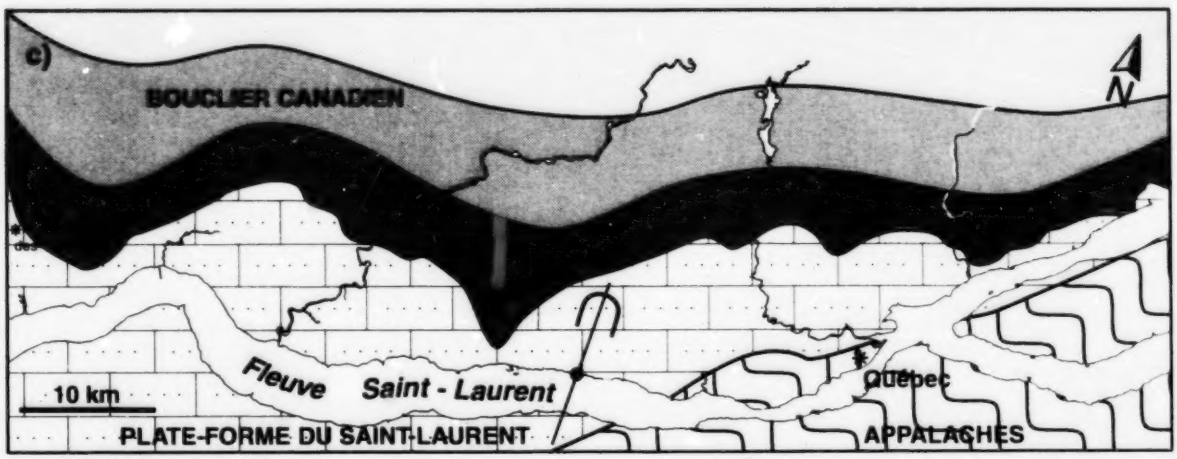


Figure 1. *Localisation de la région d'étude et géologie simplifiée du substratum rocheux. Les sites d'échantillonnage du till de surface sont identifiés par les points noirs.*

Figure 2 (opposite). *Traînées de dispersion théoriques basées sur l'orientation des différentes familles de stries. Les dégradés représentent des pourcentages de moins en moins élevés de cailloux indicateurs dans le till. La dispersion en provenance des Appalaches n'a pas été prise en compte.* ***a)*** *Mouvements glaciaires vers le sud-ouest (précoce) et vers le sud-est (maximum glaciaire) : des débris provenant du Bouclier canadien sont entraînés sur la Plate-forme du Saint-Laurent.* ***b)*** *Écoulement glaciaire vers le nord-est (courant glaciaire du Saint-Laurent) : des débris carbonatés peuvent s'observer sur le Bouclier canadien, en aval glaciaire des marches paléozoïques. Les flèches incurvées sur le Bouclier canadien indiquent que la marge de l'Inlandsis laurentidien a été entraînée par le courant glaciaire, mais dans cette région, aucun débris de roches carbonatées ne devrait être trouvé.* ***c)*** *Écoulement vers le nord (tardif) : des cailloux de la Plate-forme du Saint-Laurent et des Appalaches pourraient se trouver sur le Bouclier canadien et au delà de la limite suggérée sur la figure 2b.*


a)
BOUCLIER CANADIEN
N
Saint-Marc-des-Carrières
Fleuve Saint - Laurent
Québec
10 km
PLATE-FORME DU SAINT-LAURENT
APPALACHES


b)
BOUCLIER CANADIEN
N
Saint-Marc-des-Carrières
Fleuve Saint - Laurent
Québec
10 km
PLATE-FORME DU SAINT-LAURENT
APPALACHES

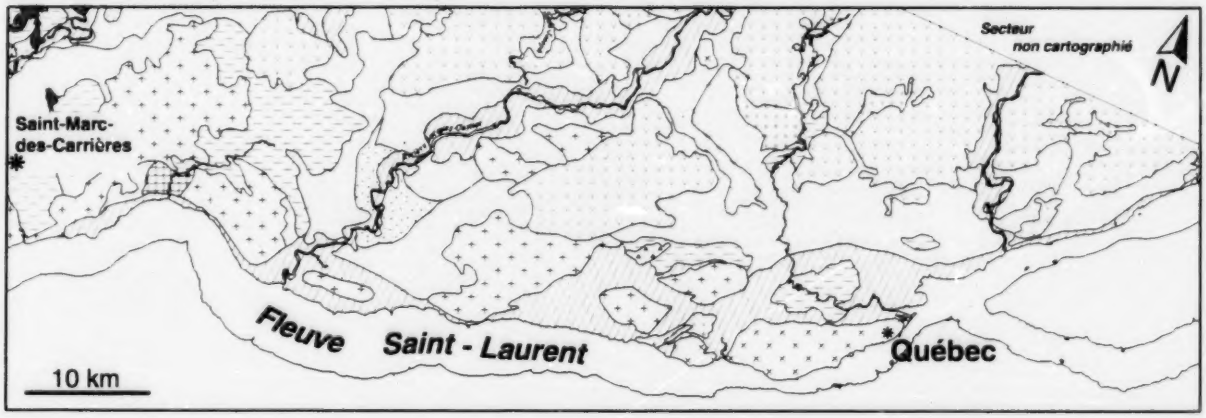

c)
BOUCLIER CANADIEN
N
Fleuve Saint - Laurent
Québec
10 km
PLATE-FORME DU SAINT-LAURENT
APPALACHES

GÉOLOGIE RÉGIONALE

Dans la région d'étude, la géologie du substratum rocheux (fig. 1) est caractérisée par trois provinces géologiques distinctes : le Bouclier canadien (Grenville), la Plate-forme du Saint-Laurent (Paléozoïque) et les Appalaches (Paléozoïque). Le Bouclier canadien est constitué de roches métamorphiques et magmatiques parmi lesquelles dominent les gneiss, les granites et les anorthosites. On ne dispose pas pour l'instant de carte détaillée à jour des formations grenvilliennes dans la région d'étude. Toutefois, pour les besoins de la discussion et parce que les roches du Bouclier canadien sont pratiquement non distinguables les unes des autres dans les fractions granulométriques observées (2-4 mm et 4-8 mm), le Bouclier canadien ne forme qu'un seul type lithologique.

La géologie de la Plate-forme du Saint-Laurent et des Appalaches est mieux connue (Globensky, 1987; Avramtchev et al., 1989; St-Julien, 1995). Dans la Plate-forme du Saint-Laurent, des roches silicoclastiques et carbonatées sont présentes en bandes plissées, recoupées par des failles. Ce sont d'ailleurs ces failles qui sont directement responsables de la configuration particulière en marches d'escalier de la marge du Bouclier canadien. Bien qu'il soit possible d'identifier certaines des formations paléozoïques dans les fractions granulométriques observées, les travaux préliminaires ont servi exclusivement à séparer les cailloux carbonatés provenant de la Plate-forme du Saint-Laurent et à les classer en un seul groupe. Les roches appalachiennes, quant à elles, ne sont présentes que dans les environs immédiats de Québec sur la rive nord du fleuve Saint-Laurent. Il s'agit de flyschs, de shales et de conglomérats. Ces formations peuvent être identifiées dans les fractions granulométriques étudiées, mais ont été peu observées dans les échantillons prélevés.

Une mise à jour de la cartographie des formations superficielles existe pour toute la région (fig. 3; Cloutier et al., 1997; Bolduc, 1999a, 1999b; Bolduc et al., 2000). Les formations superficielles, en couverture discontinue, ont en grande majorité été mises en place au Wisconsinien supérieur et à l'Holocène. Elles appartiennent aux domaines glaciaire (till et sédiments fluvioglaciaires), marin et lacustre (sédiments de la Mer de Champlain et du Lac Lampsilis) ainsi que fluvial (encaissement du réseau de drainage actuel). Les travaux rapportés ici se concentrent sur la caractérisation lithologique du till de surface entre Saint-Marc-des-Carrières et Québec.



Sédiments récents

- Zones de glissements de terrain
- Sédiments alluviaux

Sédiments du Lac Lampsilis

- Deltas lacustres

Sédiments de la Mer de Champlain

- Deltas marins inférieurs
- Deltas marins supérieurs
- Sables de régression marine
- Silts et argiles

Sédiments glaciaires et fluvioglaciaires

- Sédiments juxtaglaciaires et proglaciaires
- Till épais

Substratum rocheux à faible profondeur

- Appalaches
- Piémont laurentien (Plate-forme du Saint-Laurent et Bouclier canadien)
- Bouclier canadien

Figure 3. *Synthèse de la géologie des formations superficielles sur la rive nord du fleuve Saint-Laurent* (d'après *Cloutier et al., 1997 ainsi que Bolduc et al., 2000).*

MÉTHODOLOGIE

Des échantillons de till ont été prélevés dans un corridor d'une dizaine de kilomètres de largeur chevauchant la marge du Bouclier canadien et la bordure de la Plate-forme du Saint-Laurent (fig. 1). Les cartes des formations superficielles de Québec (Bolduc et al., 2000) et de Saint-Marc-des-Carrières (Cloutier et al., 1997) ont servi à repérer les zones de till dans le corridor d'étude. Le till de surface, celui où il est le plus probable de trouver des indices des mouvements tardiglaciaires, a été échantillonné sous la zone d'oxydation apparente.

Cinquante nouveaux échantillons de till et 13 échantillons archivés (2-3 kg chacun) ont été sélectionnés, dont 39 sont situés sur le Bouclier canadien. Les échantillons ont été séchés puis tamisés afin de séparer, dans un premier temps, la fraction granulométrique 4-8 mm. Les résultats obtenus et le fait que plusieurs échantillons n'avaient pas un volume significatif de cailloux de 4 à 8 millimètres de diamètre ont justifié de séparer aussi la fraction granulométrique 2-4 mm. Des comptages lithologiques ont été effectués sur chaque fraction et les données classées selon la provenance des cailloux (Bouclier canadien, Plate-forme du Saint-Laurent, autre/indéterminée). Les résultats ont été transformés en pourcentages du nombre total de cailloux et figurés sous la forme de cartes à points.

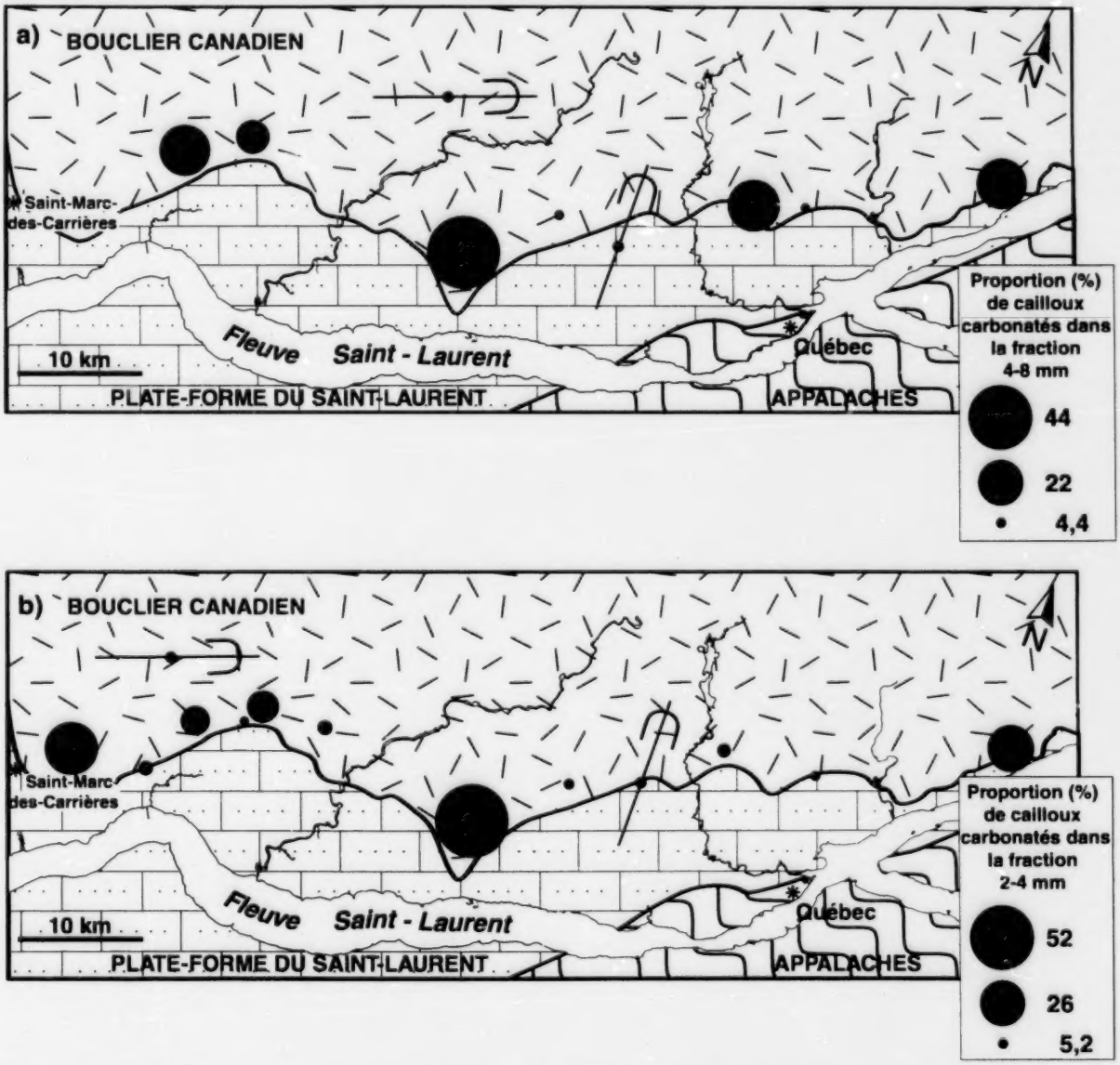


Figure 4. *Dispersion des cailloux carbonatés* ***a)*** *dans la fraction granulométrique 4-8 mm du till de surface et* ***b)*** *dans la fraction granulométrique 2-4 mm du till de surface. L'orientation générale du courant glaciaire ainsi que le mouvement vers le nord sont indiqués.*

RÉSULTATS ET INTERPRÉTATION

Dans la fraction 4-8 mm, sept échantillons porteurs de cailloux carbonatés sont situés sur le Bouclier canadien (fig. 4a). Les valeurs varient de moins de 1 % (2 échantillons) à 43 % de la fraction granulométrique. Les données sont ponctuelles et ne suggèrent pas de traînée de dispersion. Elles montrent toutefois un transport de débris carbonatés sur le Bouclier canadien. Ces résultats ne permettent pas d'établir lequel de l'écoulement vers le nord-est (courant glaciaire du Saint-Laurent) ou de l'écoulement vers le nord est responsable de ce transport.

Dans la fraction 2-4 mm, 12 échantillons porteurs de cailloux carbonatés sont situés sur le Bouclier canadien (fig. 4b). Les valeurs varient de moins de 1 % (un échantillon) à 52 % de la fraction granulométrique. Les données indiquent qu'il y a eu un transport glaciaire de fragments de roches carbonatées sur le Bouclier canadien et que ce transport est associé au courant glaciaire du Saint-Laurent. En effet, les données partielles indiquent qu'une traînée de dispersion, d'une longueur de 25 kilomètres, est présente dans la partie ouest de la région d'étude, en aval glaciaire de Saint-Marc-des-Carrières. Cette traînée, d'orientation sud-ouest–nord-est, ne peut avoir été produite que par le courant glaciaire du Saint-Laurent.

DISCUSSION

La composition lithologique du till de surface reflète l'influence du courant glaciaire du Saint-Laurent dans la région du mont Sainte-Anne (Occhietti et al., 1996, 1997; Dionne et Occhietti, 1996), où des blocs et des galets paléozoïques ont été observés sur le socle grenvillien. Le débordement du courant glaciaire du Saint-Laurent sur le rebord méridional des Laurentides serait responsable de ce transport. Ce débordement, considéré comme local à la région du mont Saint-Anne, serait le résultat d'une poussée latérale exercée par le fluage vers le nord de glaces appalachiennes (Occhietti et al., 1996). Ce mécanisme semble contemporain du courant glaciaire, du moins de la fin de cet épisode. En se fondant uniquement sur les stries qui témoignent d'un écoulement vers le nord dans la région de Québec, Paradis et Bolduc (1999a, 1999b) ainsi que Bolduc et Paradis (1999) proposent plutôt que, en conséquence de l'amincissement de la couche de glace dans l'axe du fleuve Saint-Laurent associé au courant glaciaire (Parent et Occhietti, 1999) et, plus tard, de la cessation de ce courant, l'accumulation de glace sur le piémont appalachien a pu migrer vers le nord en réponse à un réarrangement interne des masses de glace.

Les données lithologiques présentées ici montrent que l'influence du courant glaciaire sur la composition du till est sentie au moins à partir de Saint-Marc-des-Carrières. À l'ouest de Saint-Marc-des-Carrières, la dispersion glaciaire est classique, du nord vers le sud (Bolduc, 1992). Par contre, en aval (vers le nord-est) de la marche paléozoïque de Saint-Marc-des-Carrières, une traînée de dispersion de cailloux carbonatés est présente dans le till de surface. Elle ne suggère aucune réorientation de la charge sédimentaire du glacier postérieure au courant glaciaire. Toutefois, la traînée de dispersion de Saint-Marc-des-Carrières est située à plus de 25 kilomètres à l'ouest du site le plus occidental où s'observent des stries indiquant un mouvement vers le nord. Il est donc possible que cette région n'ait jamais été affectée par le mouvement vers le nord. Bien que des fragments de roches carbonatées soient présents dans la région affectée par le mouvement vers le nord, les données ne permettent pas de discriminer l'influence du courant glaciaire par rapport à celle du mouvement vers le nord.

La traînée de dispersion de 25 kilomètres de longueur à l'est de Saint-Marc-des-Carrières est particulièrement longue pour la vallée du Saint-Laurent. Elle s'explique bien avec les vitesses d'écoulement connues des courants glaciaires actuels (par exemple, de 5 m/a à 1 000 m/a dans la calotte antarctique; Benn et Evans, 1998). De plus, d'après diverses données chronologiques et géomorphologiques, Occhietti et al. (1997) proposent que la durée d'existence du courant glaciaire du Saint-Laurent aurait été de l'ordre de quelques siècles. Cet estimé et la longueur de la traînée de dispersion de Saint-Marc-des-Carrières permettent de suggérer une vitesse moyenne d'écoulement de quelques centaines de mètres par année pour le courant glaciaire du Saint-Laurent.

CONCLUSIONS

Bien que fragmentaires, les données sur la composition lithologique du till de surface sur le piémont laurentien de la région de Québec suggèrent une dispersion de fragments de roches carbonatées en provenance de la Plate-forme du Saint-Laurent vers le nord-est par le courant glaciaire du Saint-Laurent. Une traînée de dispersion de 25 kilomètres de longueur aurait été formée en quelques centaines d'années dans la région de Saint-Marc-des-Carrières. Cette région ne semble pas avoir été affectée par l'écoulement vers le nord que les données font ressortir plus à l'est. Des travaux additionnels sont requis afin de déterminer si ce mouvement vers le nord a été suffisamment long et puissant pour permettre une remobilisation de la charge sédimentaire du glacier.

REMERCIEMENTS

La présente étude est une contribution au projet 990001-ML (Les ponts géologiques de l'Est du Canada : Plate-forme du Saint-Laurent et avant-pays appalachien; transect II, région de Québec) mené dans le cadre du CARTNAT de la Commission géologique du Canada. Merci à L. Dubé pour la conception des figures. Un merci spécial à S. Paradis et à M. Parent pour les nombreuses discussions de corridor. Les commentaires d'A. Plouffe (Division de la science des terrains), lecteur critique, ont été précieux pour bonifier le manuscrit.

RÉFÉRENCES

Avramtchev, L., St-Julien, P., Slivitsky, A., Vallières, A. et Globensky, Y.
1989 : Carte des gîtes minéraux du Québec : région des Appalaches (basses terres du Saint-Laurent et Estrie-Beauce); Ministère de l'Énergie et des Ressources du Québec, DV 87-19, Carte 2060, échelle 1/250 000.

Benn, D.I. et Evans, D.J.
1998 : Glacier and glaciation; Oxford University Press, New York, 734 p.

Blais, A.
1987 : Lennoxville glaciation of the middle Chaudiere and Etchemin valleys, Beauce region, Quebec; Mémoire de maîtrise, Carleton University, Ottawa (Ontario), 137 p., 3 cartes

Bolduc, A.M.
1992 : Compilation cartographique et caractérisation des dépôts de surface de la région de Shawinigan - Trois-Rivières, Québec; *in* Recherches en cours, partie D, Commission géologique du Canada, Étude 92-1D, p. 155-164.
1999a : Géologie des formations superficielles, région de Trois-Rivières, Québec; Commission géologique du Canada, Dossier public 2994, 1 carte, échelle 1/50 000
1999b : Géologie des formations superficielles, région de Shawinigan, Québec; Commission géologique du Canada, Dossier public 2995, 1 carte, échelle 1/50 000

Bolduc, A.M. et Paradis, S.J.
1999 : Late glacial northward ice movement and a proglacial lake in the Laurentian Piedmont, Québec, Québec; Canadian Quaternary Association - Canadian Geomorphology Research Group Annual Meeting 1999, Program and Abstracts, p. 7

Bolduc, A.M., Paradis, S.J., Parent, M., Michaud, Y. et Cloutier, M.
2000 : Géologie des formations superficielles, région de Québec, Québec; Commission géologique du Canada, Dossier public 3835, 1 carte, échelle 1/50 000

Chalmers, R.
1898 : Surface geology and auriferous deposits of southeastern Quebec; Geological Survey of Canada, Annual Report, vol. 10, partie J, 160 p.

Chauvin, L., Martineau, G. et Lasalle, P.
1985 : Deglaciation of the Lower St. Lawrence Region, Quebec; Geological Society of America, Special Paper 197, p.111-123.

Clark, T.H .
1937 : Northward moving ice in southern Quebec; American Journal of Sciences, 5th series, vol. 34, p. 22.

Cloutier, M., Parent, M. et Bolduc, A.M.
1997 : Géologie des formations superficielles, région de Saint-Marc-des-Carrières, Québec; Commission géologique du Canada, Dossier public 3544, 1 carte, échelle 1/100 000.

Cooke, H.C.
1937 : Further note on northward moving ice; American Journal of Science, 5th series, vol. 34, p. 22.

Dionne, J.-C. et Occhietti, S.
1996 : Aspects du Quaternaire de la côte de Charlevoix; VIII[e] congrès de l'Association québécoise pour l'étude du Quaternaire, Université Laval, Sainte-Foy (Québec), Guide d'excursion, 32 p.

Fournier, M.
1999 : Stratigraphie des dépôts quaternaires et modalités de déglaciation au Wisconsinien supérieur dans le Charlevoix occidental, Québec; Mémoire de maîtrise, Université du Québec à Montréal, Montréal (Québec), 147 p.

Gadd, N.R., McDonald, B.C. et Shilts, W.W.
1972 : Déglaciation du sud du Québec; Commission géologique du Canada, Carte 10-1971, échelle 1/250 000.

Gauthier, C.
1975 : Déglaciation d'un secteur des rivières Chaudière et Etchemin, Québec; Mémoire de maîtrise, Université McGill, Montréal (Québec), 169 p.

Globensky, Y.
1987 : Géologie des Basses-Terres du Saint-Laurent; Ministère de l'Énergie et des Ressources du Québec, MM 85-02, 63 p., 1 carte, échelle 1/250 000.

Lamarche, R.Y.
1971 : Northward moving ice in the Thetford Mines area of southern Quebec; American Journal of Science, vol. 271, p. 383-388.
1974 : Southeast, northward, and westward ice movement in the Asbestos area of southern Quebec; Geological Society of America Bulletin, vol. 85, p. 465-470.

Lanoie, J.
1996 : Les écoulements glaciaires du Wisconsinien supérieur en Charlevoix occidental; Mémoire de maîtrise, Université du Québec à Montréal, Québec (Montréal), 83 p.

LaSalle, P., Martineau, G. et Chauvin, L.
1977 : Dépôts morainiques et stries glaciaires dans la région de Beauce-Monts Notre-Dame-Parc des Laurentides; Ministère des Richesses naturelles du Québec, DPV-515, 22 p.

LaSalle, P.
1985 : Stratigraphie du Quaternaire du Québec : une revue; Ministère de l'Énergie et des Ressources du Québec, MB 85-11, 70 p.

Lebuis, J. et David, P.P.
1977 : La stratigraphie et les événements du Quaternaire de la partie occidentale de la Gaspésie, Québec; Géographie physique et Quaternaire, vol. 31, p. 275-296.

Lortie, G.
1976 : Les écoulements glaciaires intérimaires wisconsiniens dans les Cantons de l'Est et de la Beauce, Québec; Mémoire de maîtrise, Université McGill, Montréal (Québec), 218 p.

Occhietti, S., Dionne, J.-C., Govare, É. et Rondot, J.
1996 : Écoulements glaciaires en Charlevoix et dans l'estuaire moyen du Saint-Laurent; VIII[e] congrès de l'Association québécoise pour l'étude du Quaternaire, Université Laval, Sainte-Foy (Québec), Programme et résumés, p. 57.

Occhietti, S., Govare, É., Richard, P.J.H., Dionne, J.-C., Bolduc, A.M., Rondot, J. et Fournier, M.
1997 : Dynamique et événements glaciaires du Wisconsinien supérieur dans l'estuaire moyen et la vallée du Saint-Laurent et sur les Laurentides adjacentes; VIII[e] rencontre bisannuelle de l'Association canadienne pour l'étude du Quaternaire, Montréal (Québec), Programme et résumés, p. 47.

Paradis, S.J. et Bolduc, A.M.
1999a : Mouvement glaciaire vers le nord sur le piémont laurentien dans la région de Québec, Québec; *in* Recherches en cours 1999-D, Commission géologique du Canada, p. 1-7.
1999b : Un mouvement glaciaire vers le nord sur le piémont des Laurentides dans la région de Québec, Québec; 67[e] congrès de l'Association canadienne-française pour l'avancement des sciences, Ottawa (Ontario); Bulletin de l'Association québécoise pour l'étude du Quaternaire, vol. 25, n° 2, p. 17.

Parent, M. et Occhietti, S.
1999 : Late Wisconsinan deglaciation and glacial lake development in the Appalachian uplands and piedmont of southeastern Québec; Géographie physique et Quaternaire, vol. 53, n° 1, p. 117-135.

St-Julien, P.
1995 : Géologie de la région de Québec; Ministère de l'Énergie et des Ressources du Québec, MB 94-40; 68 p., 8 cartes, échelle 1/20 000, 3 cartes, échelle 1/10 000.

Projet n° 99-0001/ML de la Commission géologique du Canada